〔光の干渉〕

【１】2000 年度　追試験　物理 IB 第４問　A

A　二重スリットによる回折について考えよう。

問１　レーザー光源から出てきた波長λの平行光線が，図１のように，間隔dの二重スリットを通って距離ℓ離れたスクリーンに達し，そこに明暗の縞(しま)を作る。このとき，スクリーンの中央(図の点 O)付近での，隣り合う暗線の間隔はいくらか。正しいものを，以下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし，ℓはdに比べて十分大きいとする。また，$|x|$が１に比べて十分小さい数のとき，$\sqrt{1+x} \fallingdotseq 1+\dfrac{x}{2}$が成り立つ。

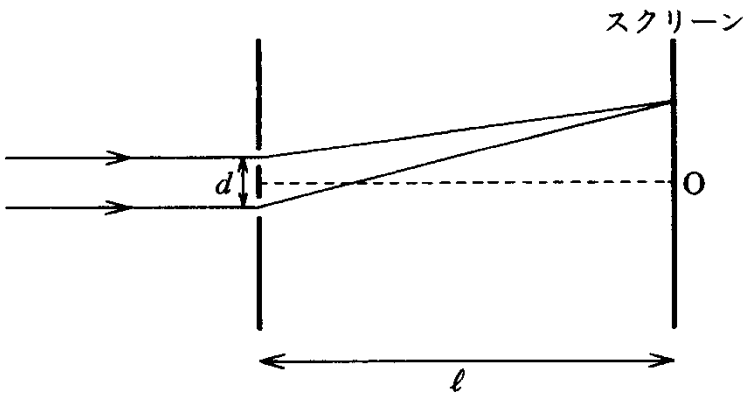


図　1

① d　　② $\dfrac{d\lambda}{\ell}$　　③ $\dfrac{\ell\lambda}{d}$

④ $\dfrac{d}{2}$　　⑤ $\dfrac{d\lambda}{2\ell}$　　⑥ $\dfrac{\ell\lambda}{2d}$

問２　次に，図２のように，二つのスリットの真ん中に鏡を設置し，一方のスリットを閉じた。このとき，スクリーンの点 O 付近における暗線の位置は問１のときと比べてどれだけずれるか。正しいものを，以下の①～⑥のうちから一つ選べ。

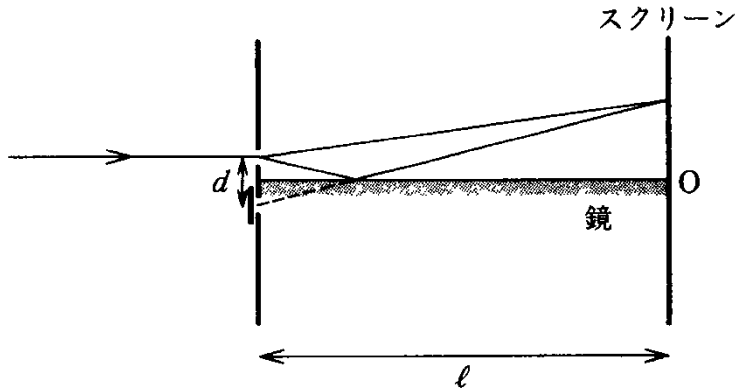


図　2

① d　　② $\dfrac{d\lambda}{\ell}$　　③ $\dfrac{\ell\lambda}{d}$

④ $\dfrac{d}{2}$　　⑤ $\dfrac{d\lambda}{2\ell}$　　⑥ $\dfrac{\ell\lambda}{2d}$

【２】2009 年度　本試験　物理Ⅰ 第３問　B

図 2 のような格子定数(スリットの間隔)d の回折格子に，波長λの光を垂直に入射した。このとき，隣り合うスリットを通る光の経路差が光の一波長分となる回折光は強めあう。このような方向の回折光を一次回折光という。

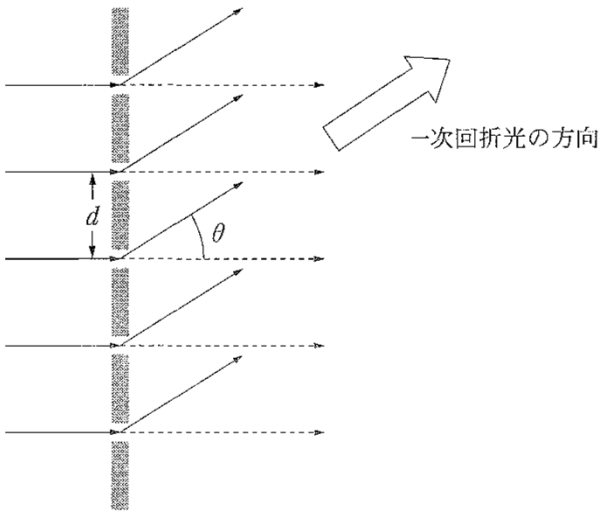


図　2

問４　格子定数 d が1.0×10^{-6} m，光の波長λが0.5×10^{-6} m であるとき，一次回折光の方向が入射光の方向となす角度θの値として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。

① 10°　② 15°　③ 30°
④ 45°　⑤ 60°　⑥ 80°

問５　この回折格子に垂直に細い太陽光線を入射させ，透過光をスクリーンに投影したところ，図 3 のように，スクリーン上に一次回折光のスペクトルが現れた。このときの光の色の並び方として最も適当なものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし，入射光線の延長線がスクリーンと交わる位置を P とする。

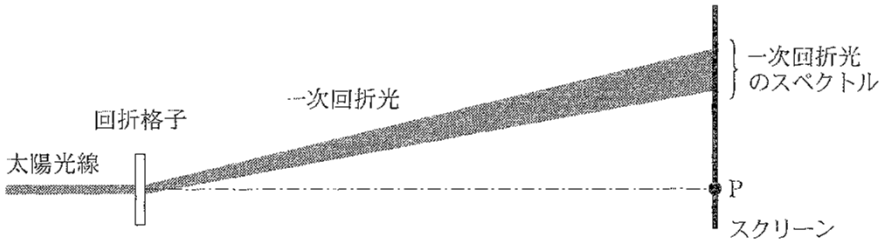
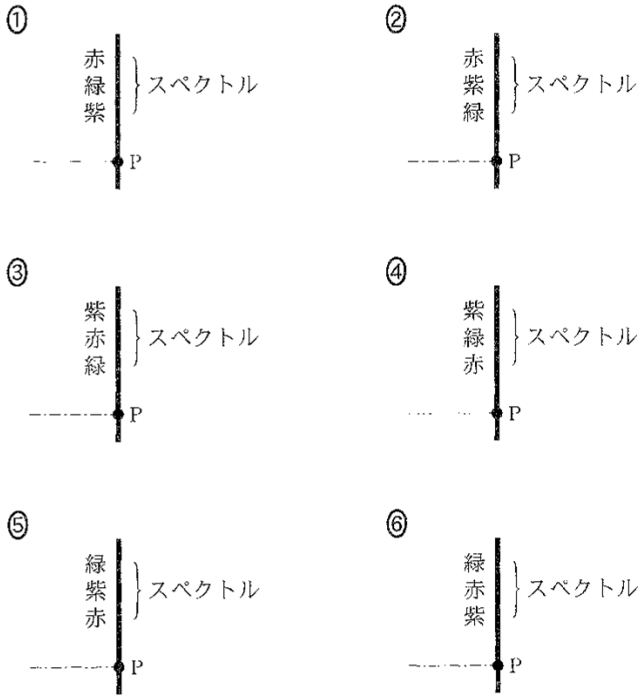


図　3



【３】2010 年度　追試験　物理Ⅰ 第３問　A

細い針金でできた枠をせっけん水につけて引き上げると，図 1 のようにせっけん水の薄い膜ができる。この膜に白色光をあてるとさまざまな色やしま模様が見える。これは膜の表面で反射した光と，膜の中を通って裏面で反射した光とが干渉するために起こる。このような薄膜による干渉について考える。ただし，空気に対するこのせっけん水の屈折率(相対屈折率)を n とし，n は波長によらないものとする。

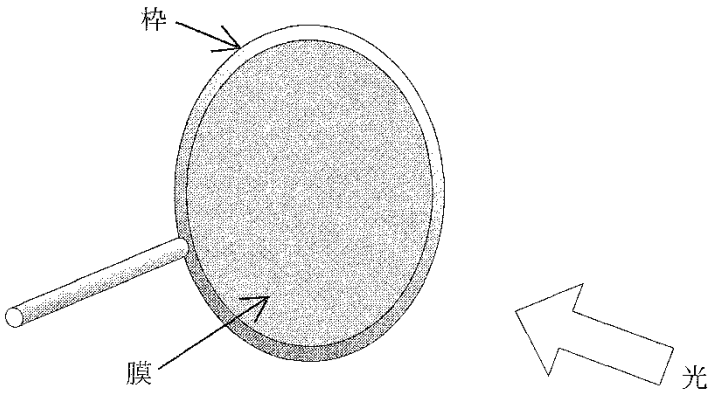


図　1

問１　図 2 のように，せっけん水の薄い膜に，波長 λ の単色光を垂直に入射させた場合の反射光の干渉を考える。次の文章中の空欄 ア ・ イ に入る式の組合せとして正しいものを，下の①～⑧のうちから一つ選べ。

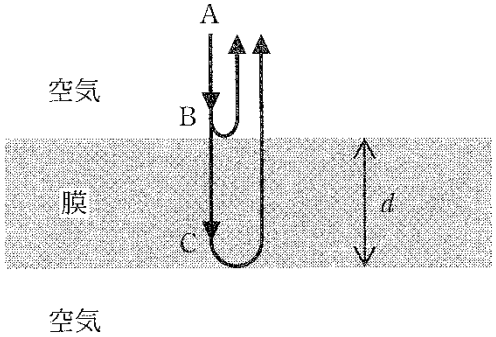


図　2

A から入射した光の一部は膜の表面 B で反射され，残りは膜の中に進む。膜の中では，光の波長は ア になる。そして，その一部が膜の裏面 C で反射され表面 B を通って A の方向に進む。膜厚が d のときに，B で反射された光と C で反射された光とが強めあうとすると，膜を徐々に薄くしていくとき次に反射光が強めあう膜厚は イ である。

	ア	イ
①	$n\lambda$	$d-n\lambda$
②	$n\lambda$	$d-\frac{n\lambda}{2}$
③	$n\lambda$	$d-\frac{\lambda}{n}$
④	$n\lambda$	$d-\frac{\lambda}{2n}$
⑤	$\frac{\lambda}{n}$	$d-n\lambda$
⑥	$\frac{\lambda}{n}$	$d-\frac{n\lambda}{2}$
⑦	$\frac{\lambda}{n}$	$d-\frac{\lambda}{n}$
⑧	$\frac{\lambda}{n}$	$d-\frac{\lambda}{2n}$

問２　図１のように，膜を張った枠を鉛直に立てると，膜厚は上部から下部にいくにしたがって少しずつ厚くなった。このとき，赤色，緑色，紫色の単色光を膜の表面に垂直に入射させると，入射した光の色によって異なる間隔の水平なしま模様が観測された。膜に現れるしまの間隔が小さい順に入射光の色を並べたものとして正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし，膜の状態は実験中変わらないものとし，膜は上部から下部にいくにしたがって一定の割合で厚くなっていると仮定する。

	しまの間隔		
	小	→	大
①	赤	緑	紫
②	赤	紫	緑
③	緑	赤	紫
④	緑	紫	赤
⑤	紫	赤	緑
⑥	紫	緑	赤

問３　薄い膜に白色光をあてた場合，見る角度によっても色づき方が変化する。このことを説明する次の文章中の空欄［ア］・［イ］に入る正しいものの組合せを，下の①～⑨のうちから一つ選べ。

図３のように，膜に斜めに光が入射する場合に，表面の S で反射された光と，裏面の T で反射されたのち S を通って空気中に進む光との干渉を考える。入射光の P を通る波面は PQ であり，屈折光の S を通る波面は［ア］である。したがって，S で反射された光と T で反射された光との経路差は［イ］となる。この経路差は光の入射角によって変化するため，観察する角度によって，強め合う光の波長が変化する。

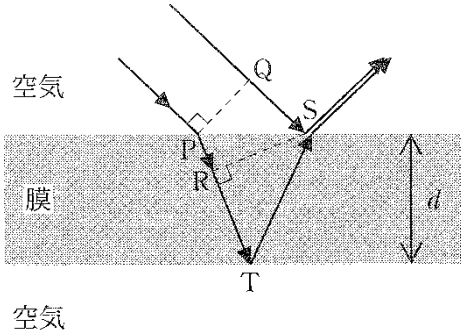


図　3

	ア	イ
①	PS	PT＋TS
②	PS	PR＋RS
③	PS	RT＋TS
④	RS	PT＋TS
⑤	RS	PR＋RS
⑥	RS	RT＋TS
⑦	TS	PT＋TS
⑧	TS	PR＋RS
⑨	TS	RT＋TS

【４】1990 年度　追試験　物理 第２問

図２のように，平行平面ガラスの表面を，透明な物質の薄膜で被覆することにより，光の反射を防止したり，逆に反射を増強したりすることができる。いま，ガラスの屈折率を n_g，薄膜の屈折率を n，薄膜の厚さを d とする。また，空気の屈折率を１として，次の問い(問１～４)の答えを，それぞれの解答群のうちから選べ。

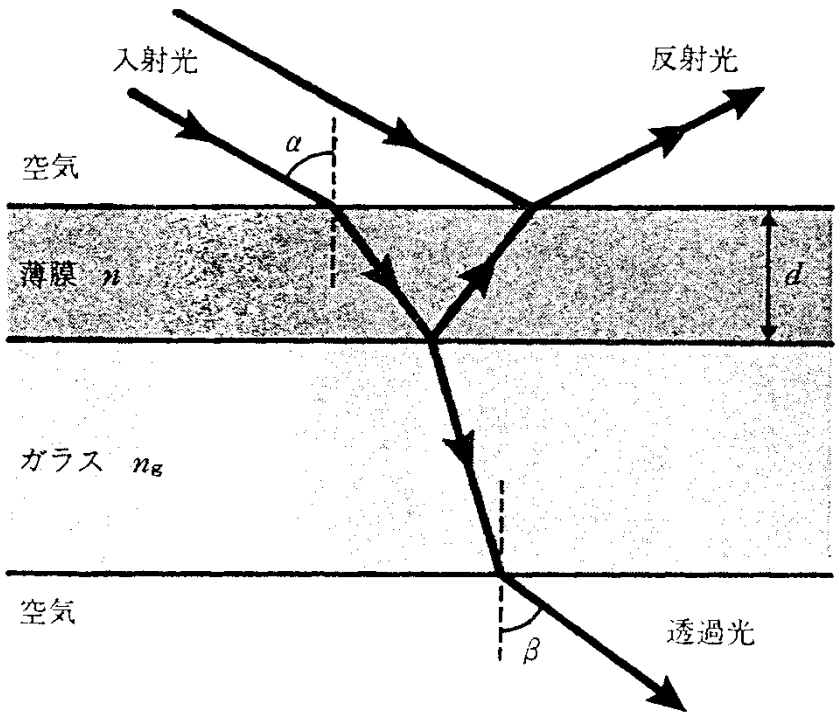


図　2

問１　空気中での光の波長をλ，速さを c とするとき，薄膜中での光の波長λ'と速さc'はいくらになるか。

$\lambda' =$ [6] $\times \lambda$，$c' =$ [7] $\times c$

[6]，[7]の解答群

① n　② $\dfrac{1}{n}$　③ n^2

④ $\dfrac{1}{n^2}$　⑤ $n+1$　⑥ $\dfrac{1}{n+1}$　⑦ 1

問２　図２に示すように，空気中から薄膜へ角度αで入射した光が，薄膜とガラスを透過し，再び空気中へ角度βで出て行くものとする。sinβはいくらか。

① $\sin\alpha$　② $\dfrac{1}{n_g}\sin\alpha$　③ $n_g \sin\alpha$

④ $\dfrac{n}{n_g}\sin\alpha$　⑤ $\cos\alpha$　⑥ $\dfrac{1}{n_g}\cos\alpha$

⑦ $n_g \cos\alpha$　⑧ $\dfrac{n}{n_g}\cos\alpha$

問３　いま，図２のガラスの屈折率は$n_g = 1.5$であり，薄膜の屈折率はこれより小さく$n = 1.4$であるとする。これに上から垂直に波長$\lambda = 6.0 \times 10^{-7}$ m の光が入射したとき，薄膜の表面で反射した光と，薄膜とガラスの境界面で反射してきた光が互いに干渉して弱め合った。この条件に合う d のうち最小の値 d_{min} はいくらか。

$d_{\min} =$ 9 $\times 10^{-7}$ m

① 1.1　② 1.5　③ 2.2　④ 3.0
⑤ 3.2　⑥ 4.4　⑦ 5.4　⑧ 6.0

【５】2011 年度　追試験　物理Ⅰ 第３問　A

図 1(a)のように，2 枚の平面ガラス板に細長い円柱をはさんでくさび形の空気層を作り，単色光を真上から入射させた。真上から見ると図 1(b)のような等間隔の明暗の干渉縞（かんしょうじま）が観測された。この干渉縞は図 1(c)に模式的に示すように，くさび形の空気層の上下の境界面からの二つの反射光の干渉によって生じる。この装置を使って，細長い円柱の直径を測定することができる。

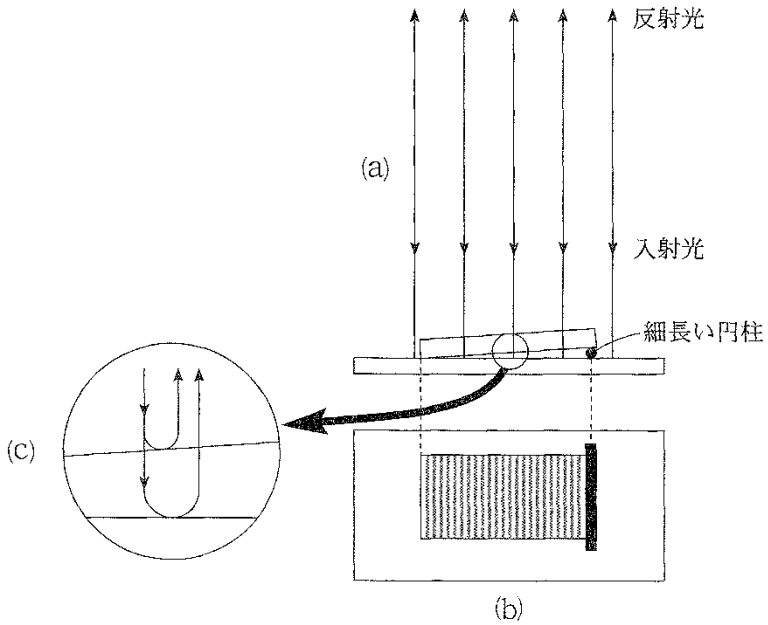


図　1

問１　オレンジ色の単色光(空気中での波長 5.9×10^{-7} m)を用いて，ある細長い円柱の直径を測定する実験を行った。このとき，上に置いたガラス板の左端と円柱の間に観測された干渉縞の明線の本数は全部で 210 本であった。この円柱の直径として最も適当な数値を，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 [1] mm

① 1.2　　② 0.62　　③ 0.12
④ 0.062　　⑤ 0.012　　⑥ 0.0062

問２　次の文章中の空欄 [ア] ・ [イ] の中に入れる語句の組合せとして最も適当なものを，下の①～⑨のうちから一つ選べ。なお，「水で満たす前」とは，問１の場合を指す。

この実験で，単色光をオレンジ色から青色に変えたとき，干渉縞の数は [ア]。次に，単色光をオレンジ色に戻してくさび形の空気層を水で満たしたときに，やはり干渉縞が観測された。このとき，干渉縞の数は水で満たす前と比べて [イ]。

	ア	イ
①	増加した	増加した
②	増加した	変わらなかった
③	増加した	減少した
④	変わらなかった	増加した
⑤	変わらなかった	変わらなかった
⑥	変わらなかった	減少した
⑦	減少した	増加した
⑧	減少した	変わらなかった
⑨	減少した	減少した